



CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE MADEIRAS COMERCIALIZADAS COMO ANGELIM E CANELA

**Jéssica C. S. de Souza¹, Ana P. G. de Lima¹, Elizângela da S. Luz¹, Jayne N. da Silva¹,
Alexandre de S. Martins¹ e Fernando W. C. Andrade²**

- 1- Graduandos em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas, Pará, Brasil – jessica.carneiro.salgado@gmail.com
- 2- Professor Mestre na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas.

Resumo: O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas das madeiras é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que serão destinadas e dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura com esse material. O objetivo do trabalho foi caracterizar de forma preliminar as propriedades físicas de madeiras comercializadas como Angelim e Canela, na microrregião de Carajás no sudeste Paraense. Foram utilizados corpos de prova adquiridos em serrarias da região. Em laboratório foram obtidos os dados necessários para a determinação da contração volumétrica e linear e da densidade básica. Os valores de variabilidade dimensional da madeira de Angelim (radial= 2,16%, tangencial= 2,83%, volumétrica= 4,66%) foram abaixo das médias encontradas na literatura. Os dados de Canela indicaram valores maiores que os de Angelim. A densidade encontrada para Angelim ($\rho_b = 0,567 \text{ g.cm}^{-3}$) foi próxima à média encontrada na literatura. Para Canela, os dados indicam uma madeira pesada. Através dos coeficientes encontrados foi possível fazer uma caracterização física de bastante relevância para o comércio madeireiro, podendo ser analisado se os valores agregados a essas espécies correspondem a sua qualidade usual.

Palavras-chave: uso tecnológico, variabilidade dimensional, qualidade.

Abstract: Knowledge of the physical and mechanical properties of wood is critical to properly set the applications that are designed and scale safely component parts of a structure of this material. The objective was to characterize in a preliminary way the physical properties of woods marketed as Angelim and Canela, in the micro region of Carajás in Pará southeast. It was used specimens acquired in sawmills in the region. The necessary data for determining the volumetric and linear shrinkage and basic density were obtained in the laboratory. The values of dimensional variability timber Angelim (radial = 2.16%, tangential = 2.83%, volumetric = 4.66%) were below the range found in the literature. Data Canela indicated higher values than those of Angelim. The density found for Angelim ($\rho_b = 0.567 \text{ g.cm}^{-3}$) was close to the average found in the literature. To Canela, the data indicate a heavy wood. Through the found coefficients, it was possible to do a physical characterization very relevant for the timber trade, and can be analyzed if the aggregate values of these species correspond to their usual quality.

Key-words: technological use, dimensional variation, quality



1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas das madeiras é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que serão destinadas e dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura com esse material. Combinados a outros fatores (resistência à degradação biológica e abiótica, facilidade de processamento com ferramentas, valor econômico de mercado e estético), os parâmetros dessas propriedades permitem que as madeiras sejam classificadas em usos a que se mostram mais apropriadas, como, por exemplo, peças estruturais, ambientes internos e externos de habitações, móveis, painéis e embalagens (ARAÚJO, 2007).

O mercado de madeiras no Pará representa um importante segmento na economia local. A escolha das espécies comercializadas dá-se, principalmente, pela tradição e oferta de madeira de espécies locais sem levar em consideração as propriedades físicas, o que representa muitas vezes usos não adequados com madeira de propriedades excelentes sendo destinadas a usos menos nobres.

Entre as espécies mais comuns na região sudeste do Pará, o Angelim (*Hymenolobium* spp.), tem madeira considerada muito pesada e bastante durável, de cor marrom-amarelo claro. Apresenta textura grossa, brilho e cheiro imperceptíveis, é fácil de trabalhar, com bom acabamento. É utilizada na carpintaria, marcenaria, fabricação de móveis, dormentes, estacas, tacos de assoalhos, construção civil e naval, vigamentos, ripas, pernas-mancas e esteios (HIRAMATSU, 2008).

Outra madeira comum é a Canela (*Cinnamomum* spp.) da família Lauraceae. De acordo com Marques (2001) essa família destaca-se das demais pela sua importância econômica. Algumas espécies têm sido utilizadas pela indústria para a fabricação de diversos produtos. Porém, a maioria das espécies tem seu uso restrito às comunidades tradicionais que detêm o conhecimento empírico da utilização dessas plantas (CASTRO, 2010).

Entre as principais propriedades físicas da madeira estão a massa específica (ou densidade) e a retratibilidade, representada pela variação das dimensões (linear e volumétrica) em função da umidade (ARAÚJO, 2007). O inchamento da madeira é causado pela entrada de água de impregnação que se liga as zonas amorfas das microfibrilas de celulose na parede celular, ocasionando o seu afastamento. Já a contração é a saída desse tipo de água, em geral por difusão, pela quebra das ligações por ponte de hidrogênio, aproximando assim as cadeias. A entrada e a perda dessa água provocam variação, principalmente, da dimensão tangencial e radial, sendo a variação axial considerada desprezível.

Entre os problemas associados as madeiras, o fenômeno da retratibilidade pode ser considerada como o principal. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1985), isto ocorre sempre quando há alteração na umidade da madeira abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF).

As características de retração da madeira são bastante diferentes de espécie para espécie florestal, dependendo do modo de condução da secagem e do próprio comportamento da madeira, o que frequentemente leva a alterações da forma e à formação de fendas e empenos. De acordo com Oliveira et al. (2010), as variações de umidade e densidade no lenho das árvores são as principais causas dos defeitos de secagem como o empenamento e fendilhamento das peças de madeiras.

Normalmente os valores de retração são dados em termos máximos, do PSF a 0% de umidade, entretanto, na prática, a madeira não é seca a 0% de umidade, tornando o



conhecimento da variação dimensional (em %) para cada 1% de variação de umidade mais interessante. Esta relação é expressa pelo coeficiente de retratibilidade (BATISTA, et. al. 2010).

Já o coeficiente anisotrópico, segundo Pinto (2007), é o mais importante índice para se avaliar a estabilidade dimensional da madeira. Tal relação frequentemente explica as deformações da madeira que ocorrem durante a secagem. As variações dimensionais e a anisotropia são características indesejáveis da madeira, limitando seu uso para diversas finalidades, exigindo técnicas específicas de processamento e utilização.

Conforme citado por Lobão et. al (2004) a madeira é um material heterogêneo, possuindo diferentes tipos de células, adaptadas ao desempenho de funções específicas; as variações nas suas composições químicas, físicas e anatômicas são grandes entre espécies. Dentro da mesma espécie, elas também ocorrem conforme a idade, posição na árvore, fatores genéticos e ambientais etc. O ambiente, bem como sua manipulação, pode afetar as características da madeira e, conseqüentemente, sua qualidade.

Visto essa grande variação, observa-se a importância do presente estudo que tem por objetivo fazer a caracterização preliminar das propriedades físicas de madeiras comercializadas como Angelim e Canela, na microrregião de Carajás no sudeste Paraense.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo coletaram-se corpos de prova de Angelim (*Hymenolobium* spp.) e Canela (*Cinnamomum* spp.) em serrarias do município de Parauapebas-PA (Figura 1), provenientes de resíduos do processo de fabricação de móveis, sendo três corpos de prova para cada espécie, utilizados para caracterização das propriedades físicas. Foram obtidos corpos de prova de 30x30x50 mm, com a orientação das direções tangencial, radial e longitudinal, respectivamente.

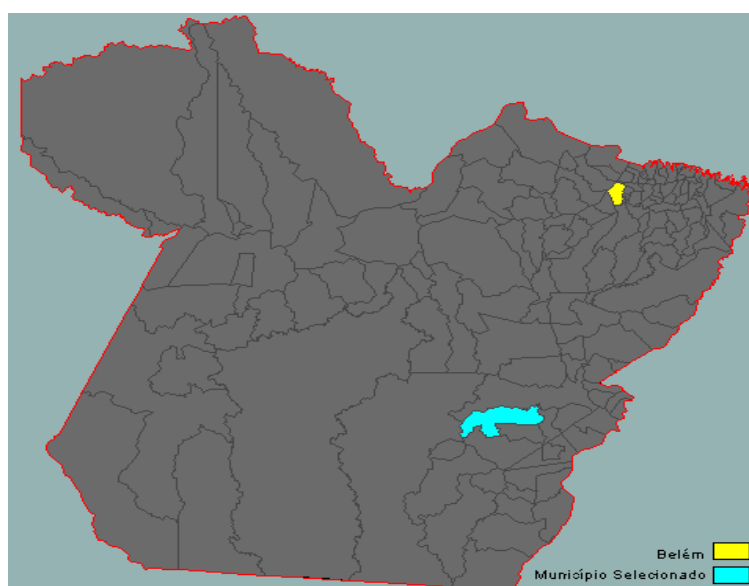
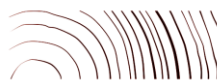


Figura 1. Localização de Parauapebas no Estado do Pará

Fonte: Google (2014)



Os corpos-de-prova foram expostos a ambiente climatizado até umidade de 12% e, em seguida, foram determinados: volume (método estereométrico); dimensões radiais, tangenciais e axiais (paquímetro digital; resolução de 0,01 mm; $\pm 0,005$ mm) e massa (balança eletrônica; resolução 0,01g; $\pm 0,005$ g). Em seguida, os corpos-de-prova foram saturados com água sob o vácuo em dessecador por quatro horas intermitentes, permanecendo sete dias sob imersão até atingirem massa constante. Foram determinadas dimensões radiais, tangenciais e axiais, volume úmido e massa úmida. Posteriormente, os corpos-de-prova foram colocados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até atingirem peso constante, sendo então, pesados e medidos para determinação das contrações lineares, volumétricas, umidade máxima e da densidade básica, conforme recomendações da norma NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Em seguida os corpos-de-prova foram saturados com água em recipiente sob vácuo por quatro horas intermitentes, permanecendo sete dias sob imersão até massa constante. Foram determinadas as dimensões radiais, tangenciais e axiais, volume úmido (método estereométrico) e massa úmida.

Posteriormente, os corpos-de-prova foram colocados em estufa de circulação de ar ($100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) até atingirem peso constante. Em seguida foram pesados e medidos para determinação das contrações lineares, volumétricas, umidade máxima e da densidade básica, conforme recomendações na norma NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Foram determinados os coeficientes de retratibilidade (Q), as contrações volumétricas e lineares e a densidade básica, obtida pela razão entre a massa seca e o volume saturado.

As retrações axiais, tangenciais e radiais foram determinadas através da eq. 1, de acordo com a NBR 7190/97 (ABNT, 1997):

$$\beta l = \left[\frac{(L_f - L_i)}{L(PSF)} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

βl - contração linear da madeira, %.

L_i - dimensão linear do CP antes da umidificação, cm.

L_f - dimensão linear do CP após a umidificação, cm.

$L(PSF)$ - dimensão linear do CP completamente saturado, cm.

Para a determinação da retratibilidade volumétrica máxima, utilizou-se a eq. 2, de acordo com a NBR 7190/97 (ABNT, 1997):

$$\beta(V_{max}) = \left[\frac{(V_u - V_0)}{V_0} \right] \times 100 \quad (2)$$

Onde:

$\beta(V_{max})$ - contração volumétrica máxima, em %;

V_u - volume do CP em estado úmido, cm³;

V_0 - volume do CP em estado completamente seco (0%).

Com os valores obtidos para massa seca (M_s) e volume saturado da amostra (V_v), foi possível determinar a seguinte relação para a densidade básica, conforme a eq. 3, de acordo com a NBR 7190/97 (ABNT, 1997):

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_v} \quad (3)$$



Onde:

ρ_b = Densidade básica (g.cm^{-3});

M_s – Massa da madeira anidra (g);

V_v – Volume verde ou saturado (máximo) (cm^3).

O coeficiente de anisotropia (CA) foi calculado de acordo com a eq. 4, de acordo com a NBR 7190/97 (ABNT, 1997):

$$CA = \frac{\beta_t}{\beta_r} \quad (4)$$

Em que:

CA = Coeficiente de anisotropia;

β_t = Retração dimensional tangencial (%);

β_r = Retração dimensional radial (%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das propriedades físicas das madeiras de Angelim e Canela são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das propriedades físicas da madeira das espécies avaliadas

Espécie	Retratibilidade ($\beta_{\text{máx}}$)%			CA	ρ_b (g.cm^{-3})
	Rd	Tg	Vol		
ANGELIM	2,16 ^{(0,46)a}	2,83 ^{(0,59)a}	4,66 ^{(1,14)a}	1,31 ^{(0,11)a}	0,567 ^{(0,03)a}
CANELA	3,77 ^{(1,12)b}	4,86 ^{(0,92)b}	6,48 ^{(1,44)b}	1,29 ^{(0,17)a}	0,953 ^{(0,004)b}

Rd: Radial; Tg: Tangencial; Vol: Volumétrica; CA: Coeficiente Anisotrópico; ρ_b : Densidade Básica. Valores entre parênteses representam o desvio-padrão de cada propriedade. Valores seguidos pela mesma letra não apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste F.

Os valores de variabilidade dimensional do Angelim encontrados ficaram abaixo das médias encontradas na literatura (IPT, 2013), conferindo menor probabilidade de aparecimento de defeitos durante a secagem. Os resultados do presente trabalho são corroborados por Prim e Piovesan (2011), que ao estudarem as propriedades do Angelim na construção civil, também verificaram alta estabilidade dimensional. Entretanto, é necessário ressaltar que estes valores podem ter alta variabilidade em função da característica heterogênea da madeira, que pode apresentar diferentes comportamentos, podendo ter maior ou menor variação dependendo do material analisado.

Em relação à madeira comercializada como Canela, os valores foram maiores e com diferenças significativas em todas as contrações quando comparadas a madeira de Angelim, o que poderia indicar um material de maior instabilidade, entretanto os valores de coeficiente anisotrópico foram considerados baixos, o que indica uma madeira menos propensa a defeitos durante a secagem.

De acordo com Potulski (2010), o coeficiente anisotrópico menor, geralmente, confere maior estabilidade a madeira. A utilização da madeira para produtos finais de alta estabilidade requer um coeficiente anisotrópico baixo (Tabela 2). De acordo com Embrapa (2009) a média do Coeficiente de Anisotropia (CA) calculado para o Angelim foi abaixo do valor médio



encontrado na literatura (1,54), conferindo ao material uma secagem em estufa rápida, apresentando pouca tendência a torcimento e arqueamento (IPT, 2003).

Tabela 2. Coeficiente de anisotropia dimensional na retração, qualidade e uso da madeira.

Coeficiente de Anisotropia	Qualidade da Madeira	Utilização Indicada para Madeira
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, aparelhos musicais, esquadrias, barcos, aparelhos de esporte, etc.
1,5 a 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, usos que permitam pequenos empenamentos.
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil, carvão, lenha, etc.

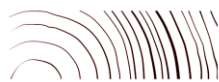
Fonte: Citado no Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Cerrados (2009).

Melo et al. (1990) propôs uma classificação para agrupar as espécies madeiras segundo a densidade básica, sendo densidades inferiores a $0,50 \text{ g.cm}^{-3}$ consideradas madeiras leves, valores de $0,50 \text{ g.cm}^{-3}$ a $0,72 \text{ g.cm}^{-3}$ tratadas como madeiras de densidade média e acima de $0,72 \text{ g.cm}^{-3}$ são consideradas madeiras pesadas. A densidade encontrada para Angelim foi próxima à média encontrada em Araújo (2007), que obteve valores de $\rho_b = 0,590 \text{ g.cm}^{-3}$. A madeira de Angelim é classificada média, mas bastante estável e boa para trabalhar. Para Canela, os dados indicam uma madeira pesada, assim como *Dipterix odorata*, conhecida como cumaru, que apresenta densidade básica de $0,908 \text{ g.cm}^{-3}$ e é considerada de difícil trabalhabilidade e perfuração (IPT, 2013). A densidade é utilizada como parâmetro de qualidade da madeira, em virtude da sua alta correlação com outras propriedades, entretanto, segundo Oliveira et al. (1990), a determinação da densidade pode não ser suficiente para indicar com segurança uma correta utilização para a madeira, sendo importante também o estudo das suas variações dimensionais.

Segundo Basset (1994) as madeiras mais densas, por terem maior concentração de células com paredes mais espessas, tendem a absorver mais água por unidade de volume e conseqüentemente, a expandir ou contrair mais do que aquelas de menor densidade. Seguindo este raciocínio, alguns autores como Kollmann e Cotê (1968) afirmaram que, quanto mais alta a densidade da madeira, maior a sua contração ou expansão. No presente trabalho a densidade apresentou relação positiva com todos os valores de retratibilidade observados.

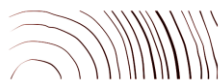
CONCLUSÃO

De acordo com os resultados preliminares obtidos pode-se inferir que a madeira de Angelim apresenta características tecnológicas adequadas a movelaria e construção civil para madeiras leves. Já a Canela apresenta características adequadas a usos que envolvam maior resistência devido sua alta densidade, embora tenha trabalhabilidade mais difícil.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Projeto de Estruturas de madeira. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.
- ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. *Floresta*, v. 37, n. 3, 2007.
- BASSET, G. Swelling, shrinking and fire resistance. *Asian Timber*, v.13, n.10, p.28-33, 1994.
- BATISTA, D.C; KLITZKE, R.J; SANTOS, C.V.T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. *Ciência Florestal*, Vol. 20, N. 4, p. 665-674, 2010.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomia da Madeira. Nobel, São Paulo, 1991, 154p.
- CARVALHO, J. D. V. Dossiê Técnico: utilização da madeira na construção civil. Universidade de Brasília, 2007.
- CASTRO, R. D. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Cinnamomum Zeylanicum* Blume (Canela) e sua associação com antifúngicos sintéticos sobre espécies de *Candida*. 2010.170 p. Tese (Pós Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos)- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- EMBRAPA Cerrados. Caracterização da Madeira de cinco procedências de *Pinus tecunumanii* implantadas no cerrado do Distrito Federal. Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento, 2009.
- IPT. Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.
- IPT. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1985.
- IPT. Madeiras: uso sustentável na construção civil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2003.
- HIRAMATSU, N. A. Equações de volume comercial para espécies nativas na região do Vale do Jari, Amazônia Oriental. 2008. 108p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LOBÃO, M. S.; LUCIA, R. M. D; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das Propriedades Físico-Mecânicas da madeira de Eucalipto com diferentes densidades. *R. Árvore*, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.
- KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ, W. A. Principles of wood science and technology. New York: Springer-Verlag, 1968. v.1.
- MARQUES, C. A. Anatomia foliar aplicada à taxonomia de espécies de Lauraceae Lin. 2001. 75p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.



OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. R. *Árvore*, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. R. *Árvore*, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

OLIVEIRA, J. T. S.; DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. Estudos das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia lericea* - It. Hill): densidade, umidade e secagem da madeira. Revista *Árvore*, 14: 139-54 1990.

PINTO, M. L. Propriedades e características da madeira de Teca (*Tectona grandis*) em função da idade. 2007. 124 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

POTULSKI, D. C. Densidade e Retratibilidade da Madeira Juvenil de *Pinus maximinoi* H. 2010. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Profissionalização em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PRIM, J. A.; PIOVESAN, A. Z. Estudo sobre as propriedades de duas espécies de madeiras utilizadas na construção civil. *Unoesc & Ciência*, v. 2, p. 77-86, 2011.